

AP20 Rec'd PCT/PTO 07 JUN 2006

明 細 書

ダイス、段付き金属管の製造方法及び段付き金属管

技術分野

- [0001] 本発明は、ダイス、段付き金属管の製造方法及び段付き金属管に関し、さらに詳しくは、押出加工により金属管を縮径するためのダイス、そのダイスを用いた段付き金属管の製造方法及び段付き金属管に関する。

背景技術

- [0002] シャフト等の自動車部品の中には、図1に示すように軸方向に異なる外径を有する段付き形状の部品(以下、段付き部品と称する)がある。このような段付き部品は、中実材を押出加工により縮径して製造される。具体的には、図2A～図2Dを参照して、円柱状の中実材である素材1を所定の長さに切断する(図2A)。続いて、押出加工用のダイス2上に鉛直方向に素材1を配置し、素材1の上端にプレス機3を配置する(図2B)。プレス機3により素材1をダイス2の貫通孔21に押し込み、素材1の下端をダイス2の下面から押し出す(図2C)。素材1の下端をダイス2の下面から所定の距離押し出した後、抜き取り治具4により素材1をダイス2から引き抜く(図2D)。以上の工程により、素材1は段付き部品になる。
- [0003] ダイス2の貫通孔21は図2Bに示すように、ベル211、アプローチ212、ベアリング213、リリーフ214で連続的に形成された内面を有する。ベル211は素材1をアプローチ212に誘導する役割を有する。素材1はアプローチ212で初めて径方向に圧縮の力を受け、縮径される。通常、アプローチ212のダイス半角R1は一定である。
- [0004] 近年、自動車の軽量化を目的として、中空材である金属管を押出加工して製造された段付き金属管が段付き部品として採用されつつある。
- [0005] しかしながら、ダイス2を用いた従来の押出加工により段付き金属管を製造する場合、図3に示すように、縮径した円筒部で曲がりが発生する。通常、自動車に取り付けられた段付き金属管は、軸方向に回転運動する。曲がった段付き金属管は、回転時に振れを生じるため好ましくない。
- [0006] なお、特開2002-11518号公報には、引抜き加工用のダイスが開示されているが

、材料先端が固定されない押出加工と異なり、材料先端をチャッキングして引抜く引抜き加工では曲がりが発生しにくい。そのため、引抜き加工用ダイスと押出加工用ダイスとでは形状が異なる。

発明の開示

[0007] 本発明の目的は、金属管を押出加工して製造される段付き金属管の曲がりを防止できるダイス及びそのダイスを用いた段付き金属管を提供することである。

[0008] 本発明者らは、段付き金属管の曲がりの発生原因について調査するため、図4に示すように従来のダイス2を用いて金属管10を押出加工した。その結果、縮径された金属管10の外径DBがダイス2のベアリング213における貫通孔21の径D11よりも小さく変形することを見出した。以下、このような変形をアンダーシュート変形と称する。

[0009] ダイス2を用いて金属管10を押出加工するとき、金属管10のうちアプローチ212を通過中の部分はアプローチ212内面により径方向に曲げ加工を受け縮径される。アプローチ212を出てベアリング213に入った部分は、ベアリング213内面から曲げ加工を受けないが、アプローチ212を通過中の部分がアプローチ212内面から受ける曲げ加工の影響を受ける。そのためアンダーシュート変形が生じる。

[0010] 潤滑が不均一な場合、又は押出加工時にダイス2に対して金属管10が僅かに傾いた場合、金属管10は管軸に対して不均一に縮径される。また、アンダーシュート変形により金属管10の外径DBはベアリング213での径D11よりも小さくなるため、金属管10はベアリング213で拘束されない。そのため、アプローチ212での加工により生じた金属管10の不均一な変形をベアリング213により矯正できない。その結果、押出加工後の金属管10に曲がりが発生する。

[0011] 本発明者らは、ベアリング213でアンダーシュート変形を発生させなければ、段付き金属管の曲がりを抑制できると考えた。アンダーシュート変形がなければ、ベアリング213で金属管10は拘束されるからである。

[0012] ベアリング213でアンダーシュート変形を発生させないためには、押出加工により金属管10の外径がD11まで縮径される前に予めアンダーシュート変形を発生させ、外径がD11になるまでにアンダーシュート変形を終了させればよい。

[0013] そこで、本発明者らは、種々の外径DA及び肉厚を有する金属管10をダイス2を用

いて押出加工し、各金属管10に発生したアンダーシュート変形量を調査した。調査の結果、外径加工度が30%以下の押出加工の場合、金属管10のアンダーシュート変形量はベアリング213の径D11の3%未満であることを新たに見出した。なお、アンダーシュート変形量は、押出加工前の金属管10の外径DA及び肉厚には依存しなかった。

[0014] 以上の検討及び調査結果に基づいて、本発明者らは、以下の発明を完成させた。

[0015] 本発明によるダイスは、押出加工により金属管を縮径するための貫通孔を有するダイスであって、貫通孔は、入口側から順に、ベル、アプローチ及びベアリングで連続的に形成された内面を有する。ベルにおける貫通孔の径は入口側から出口側に向かって徐々に小さくなる。アプローチにおける貫通孔の径は入口側でD1であり、出口側でD2であり、入口側から出口側に向かって徐々に小さくなり、式(1)を満たし、径が $D3 = D2 / 0.97$ である内面のダイス半角は、D3の内面よりも出口側にある内面のダイス半角以上であり、かつD3の内面からD2の内面までの軸方向の距離LRは式(2)を満たす。ベアリングにおける貫通孔の径はD2で一定であり、長さはLBであり、かつ式(3)を満たす。

$$0.7 \leq D2 / D1 < 0.97 \quad (1)$$

$$20 \leq LR / ((D3 - D2) / 2) \leq 115 \quad (2)$$

$$0.3 \leq LB / D2 \leq 10 \quad (3)$$

[0016] 本発明によるダイスでは、アプローチにおける貫通孔の径がD3の内面のダイス半角が、D3の内面より出口側にある内面のダイス半角以上であり、かつ、距離LRが式(2)を満たす長さを有する。そのため、径がD3の内面よりも出口側にある内面でのダイス半角は小さくなり、D3の内面からアプローチ出口までの間で金属管は曲げ加工をほとんど受けない。そのため、D3の内面からアプローチ出口までの間で金属管をアンダーシュート変形させることができる。先述した調査結果のとおり、外径加工度が30%以下の場合のアンダーシュート変形量は3%未満であるため、径D3の内面から発生したアンダーシュート変形は、アプローチ出口までに終了する。換言すれば、アプローチ通過後の金属管はアンダーシュート変形しない。その結果、金属管はベアリングに拘束される。

- [0017] さらに、ベアリングが式(3)を満たす長さを有することで、アプローチでの加工により発生した金属管の不均一な変形を矯正できる。そのため、金属管の曲がりを防止できる。
- [0018] 本発明による段付き金属管の製造方法は、押出加工により金属管を縮径するための貫通孔を有するダイスであって、貫通孔は、入口側から順に、ベル、アプローチ及びベアリングで連続的に形成された内面を有し、ベルにおける貫通孔の径は入口側から出口側に向かって徐々に小さくなり、アプローチにおける貫通孔の径は入口側でD1であり、出口側でD2であり、入口側から出口側に向かって徐々に小さくなり、式(1)を満たし、径が $D3 = D2 / 0.97$ である内面のダイス半角は、D3の内面よりも出口側にある内面のダイス半角以上であり、かつD3の内面からD2の内面までの軸方向の距離LRは式(2)を満たし、ベアリングにおける貫通孔の径はD2で一定であり、長さはLBであり、かつ式(3)を満たすダイスに金属管を軸方向に押し込む工程と、押し込んだ金属管の端部をダイスの出口側から所定の距離まで押し出し、段付き金属管にする工程と、押し出しを止め、押し出した方向と反対の方向へ段付き金属管を抜き取る工程とを備える。

[0019] 好ましくは、金属管をマンネスマン法により製造する。

- [0020] 本発明による段付き金属管は、第1の円筒部、テーパ部及び第2の円筒部の順に連続的に形成された金属管であって、第1の円筒部の外径はDAであり、第2の円筒部の外径はDAより小さいDBであり、テーパ部の外径は、第1の円筒部から第2の円筒部に向かってDAからDBに徐々に小さくなり、かつ、外径が $DC = DB / 0.97$ である表面からD2である表面までの軸方向の距離LEが式(4)を満たす。

$$20 \leq LE / ((DC - DB) / 2) \leq 115 \quad (4)$$

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]従来の段付き部品の外観図である。
- [図2A]従来のダイスを用いた押出加工の第1工程を示す図である。
- [図2B]従来のダイスを用いた押出加工の第2工程を示す図である。
- [図2C]従来のダイスを用いた押出加工の第3工程を示す図である。
- [図2D]従来のダイスを用いた押出加工の第4工程を示す図である。

[図3]曲がりが発生した段付き部品の外観図である。

[図4]押出加工時の段付き金属管の曲がりの発生原因を説明するための模式図である。

[図5]本発明の実施の形態によるダイスの垂直方向の断面図である。

[図6]図5に示すダイスで押出加工するときの金属管の加工状態を説明するための模式図である。

[図7]本発明の実施の形態による他の例のダイスの断面図である。

[図8A]図5のダイスを用いた押出加工の第1工程を示す図である。

[図8B]図5のダイスを用いた押出加工の第2工程を示す図である。

[図8C]図5のダイスを用いた押出加工の第3工程を示す図である。

[図9]本実施例で用いたダイスの断面図である。

[図10]段付き金属管の曲がり量の測定方法を説明するための模式図である。

[図11]段付き金属管の軸方向の各位置での外径の測定結果を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0022] 以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳しく説明する。図中同一又は相当部分には同一符号を付してその説明を援用する。

[0023] 1. ダイス

図5を参照して、本実施の形態によるダイス30は、貫通孔31を有する。貫通孔31は、入口側から順に、ベル311、アプローチ312、ベアリング313、リリーフ314で連続的に形成された内面を有する。

[0024] 以下、貫通孔31の形状について詳細に説明する。

[0025] 1. 1. ベル

ベル311は、金属管10を貫通孔31に誘導する役割を有する。ベル311は金属管10に圧縮の力を与えないため、ベル311では金属管10は縮径されない。ベル311における貫通孔31の径は入口側から出口側に向かって徐々に小さくなる。

[0026] 1. 2. アプローチ

アプローチ312は、金属管10を縮径する役割を有する。要するに、金属管10はアプローチ312で初めて径方向に圧縮応力を受け、縮径される。アプローチ312にお

ける貫通孔31の径は、入口側から出口側に向かって徐々に小さくなる。アプローチ312の入口の径をD1、出口の径をD2とすると、D1及びD2は以下の(1)式を満たす。

$$0.7 \leq D2/D1 < 0.97 \quad (1)$$

[0027] 式(1)の下限値を0.7としたのは、金属管10の外径加工度が30%以下のときに特に本発明の効果が有効に得られるためである。ここで、外径加工度は以下の式(A)で定義される。

$$\text{外径加工度} = (DA - DB) / DA \times 100(\%) \quad (A)$$

[0028] ここで、DAは押出加工前の金属管10の外径であり、DBは押出加工により縮径された金属管10の外径である。なお、式(1)の下限値未満であっても本発明の効果をある程度得ることができる。式(1)の上限値を0.97としたのは、外径加工度が3%未満の場合は、本発明の効果が有効に得られないためである。

[0029] アプローチ312では、径が $D3 = D2 / 0.97$ である内面 S_{D3} のダイス半角R1は内面 S_{D3} よりも出口側にある内面 S_{D3-D2} のダイス半角R2以上である。

[0030] さらに、内面 S_{D3} から径がD2である内面 S_{D2} までの軸方向の距離LRは、以下の式(2)を満たす。

$$20 \leq LR / ((D3 - D2) / 2) \leq 115 \quad (2)$$

[0031] 径差 $= D3 - D2$ に対し距離LRが長いほど、内面 S_{D3-D2} でのダイス半角R2が小さくなる。

[0032] ベアリング313において金属管10をアンダーシュート変形させないためには、アプローチ312内で予めアンダーシュート変形を発生させ、アプローチ312出口までにアンダーシュート変形を終了させればよい。 $D3 = D2 / 0.97$ である内面 S_{D3} のダイス半角R1を内面 S_{D3-D2} のダイス半角R2以上とし、かつ、距離LRを式(2)を満たす長さとするれば、ダイス半角R2は非常に小さくなる。そのため、図6に示すように、金属管10は内面 S_{D3-D2} の入口側でダイス30と接触せず(図6中の領域50参照)、内面 S_{D3-D2} でアンダーシュート変形する。

[0033] 金属管10の外径加工度が30%以下である場合、先述のとおり、アンダーシュート変形量は径D2の3%未満である。そのため、内面SD3からアンダーシュート変形を

発生させれば、アンダーシュート変形後の金属管10の外径はD2以下にならない。

[0034] アンダーシュート変形後の金属管10は、アプローチ312に再び接触し、ベアリング313入口までの間で若干縮径される(図6中の領域51参照)。しかしながら、外径加工度が低く、かつ、内面 S_{D3-D2} のダイス半角R2が小さいため、この間に金属管10が受ける圧縮の力は非常に小さい。そのため、ベアリング313においてアンダーシュート変形は生じない。

[0035] なお、距離LRが式(2)の下限值以上であれば、上記効果を有効に発揮できる。式(2)の上限値を115としたのは、これ以上距離LRを長くすれば、ダイス30自体の長さが長くなりすぎ、ダイスの製造コスト及びプレス機の設備コストが高くなるためである。式(2)の上限値が115以上であっても、本発明の効果は有効に得られる。

[0036] また、図5ではアプローチ312の形状が、入口から内面 S_{D3} までの内面及び内面 S_{D3-D2} で直線となっているが、他の形状でもよい。たとえば図7に示すように、アプローチ312が曲線であってもよい。要するに、アプローチ312の形状は、入口側から出口側に向かって径が徐々に小さくなっており、ダイス半角R1がダイス半角R2以上であり、かつ、距離LRが式(2)を満たせばよい。なお、図7のようにアプローチ312が曲線である場合のダイス半角は、アプローチ312内の所定の内面の接線と貫通孔31の中心軸とで形成された角度をいう。

[0037] 1. 3. ベアリング

ベアリング313は押出加工された金属管10を拘束し、金属管10の真直性を向上させる役割を有する。ベアリング313の長さLBは以下の式(3)を満たす。

$$0.3 \leq LB/D2 \leq 10 \quad (3)$$

[0038] ベアリング長さLBは径D2に比例する。ベアリング長さLBが長いほど、アプローチ312での加工により発生した金属管10の不均一な変形を矯正できる。そのため、金属管10の曲がりを防止できる。ベアリング長さLBが式(3)を満足すれば、上記効果を有効に得ることができ、金属管10の真直性が向上する。なお、式(3)の上限値を10としたのは、これ以上ベアリング長さLBを長くすれば、ダイス30自体が長くなりすぎ、ダイスの製造コストが高くなるためである。式(3)の上限値以上であっても上記効果は有効に得られる。

[0039] 2. 製造方法

本実施の形態による段付き金属管の製造方法について説明する。まず、高炉又は電炉溶解により溶鋼を製造し、製造した溶鋼を周知の方法で精錬する。精錬後の溶鋼を連続鋳造法又は造塊法により素材にする。ここで、素材とはたとえばスラブ、ブルーム、ビレット、又はインゴットである。

[0040] 製造した素材のうち、スラブやブルーム、インゴットはさらに熱間加工してビレットにする。このとき、熱間圧延によりビレットにしてもよいし、熱間鍛造によりビレットにしてもよい。

[0041] 続いて、ビレットをマンネスマン法により金属管にする。まず、ビレットをピアサにより軸方向に穿孔して素管にする(穿孔工程)。穿孔工程後、素管をマンドレルミルにより軸方向に延伸する(延伸工程)。延伸工程後、素管をサイザにより所望の外径寸法に加工する(定径工程)。

[0042] マンネスマン法により製造された金属管を用いて、押出加工により段付き金属管を製造する。図8A～図8Cを参照して、金属管10を鉛直方向に押すプレス機3とダイス30との間に、所定の長さの金属管10を配置する(図8A)。配置後、プレス機3で金属管10の上端を鉛直方向に押し、金属管10の下端をダイス30に押し込む。金属管10の下端をダイス30の下面から所定の距離押し出した後、プレス機3による押し出しを止める(図8B)。このとき、金属管10は段付き金属管11となる。続いて、抜き取り治具4を用いて段付き金属管11を押し出した方向と反対の方向に抜き取る(図8C)。

[0043] 以上の押出加工方法により製造された段付き金属管11は、第1の円筒部101、テーパ部102、第2の円筒部103の順に連続的に形成される。第1の円筒部101の外径はDAであり、第2の円筒部103の外径DBはDAよりも小さい。

[0044] テーパ部102の外径は第1の円筒部101から第2の円筒部103に向かってDAからDBに徐々に小さくなる。さらに、外径が $DC = DB / 0.97$ である表面からDBである表面までの軸方向の距離LEは以下の式(4)を満たす。

$$20 \leq LE / ((DC - DB) / 2) \leq 115 \quad (4)$$

[0045] 上述したマンネスマン法による金属管の製造方法は、穿孔工程、延伸工程及び定径工程を含むが、他の工程を含んでもよい。たとえば、金属管の軸方向の曲がりの矯

正や真円度の向上を目的とした矯正工程を、定径工程後であって段付き金属管の製造前に実施してもよい。矯正工程は、たとえばストレートナを用いて実施される。また、金属管の強度や靱性等の特性を調整するために、定径工程後矯正工程前に熱処理を実施してもよい。矯正工程後、金属管端部の内径寸法を調整するために、金属管端部を絞り加工してもよい(スエーピング工程)。たとえば、ダイスを用いて素管端部を押出加工して素管端部の内径寸法を調整する。この場合、スエーピング工程後に段付き金属管の製造工程を実施する。

[0046] また、上記図8A～図8Cの工程により製造された段付き金属管には加工歪や残留応力が発生する可能性があるため、これらの歪みや応力を除去するために、段付き金属管に熱処理を実施してもよい。また、段付き金属管の強度や靱性等の特性を調整する目的で熱処理を実施してもよい。

[0047] 上述した製造方法では、金属管として継目無鋼管を製造したが、金属管として溶接鋼管を用いて段付き金属管を製造してもよい。

[0048] なお、ダイス30の素材は特に制限されない。たとえばハイス鋼でもよいし、超硬合金であってもよい。貫通孔31の内面の粗度は問わない。研磨面であってもよいし鏡面であってもよい。また貫通孔31の内面をコーティング加工してもよい。

[0049] また、図5では、ベル311のダイス半角とアプローチ312のダイス半角R1とを異なる角度にしているが、同じ角度にしてもよい。

実施例 1

[0050] 表1に示す寸法の金属管及びダイスを用いて押出加工試験を実施し、押出加工後の金属管の曲がりを調査した。

[表1]

NO	ダイス									金属管			曲がり量 S(mm)	評価	金属管		
	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	R1 (°)	R2 (°)	LR (mm)	LB (mm)	F1	F2	外径DA (mm)	肉厚 (mm)	外径DB (mm)			外径DC (mm)	LE (mm)	式(4)
1	50	34	35.05	10	6.0	10	40.0	*19.0	1.18	40	6	33.6	0.7	×	-	-	-
2	50	34	35.05	10	4.0	15	40.0	28.5	1.18	40	6	34.0	0.3	○	35.1	13.8	26.2
3	50	34	35.05	10	3.0	20	40.0	38.0	1.18	40	6	34.0	0.3	○	35.1	18.8	35.8
4	50	34	35.05	10	2.0	30	40.0	57.1	1.18	40	6	34.0	0.3	○	35.1	27.1	51.5
5	50	34	35.05	10	1.2	50	40.0	95.1	1.18	40	6	34.0	0.3	○	35.1	47.2	89.8
6	50	34	35.05	10	0.9	70	40.0	133.1	1.18	40	6	34.0	0.3	○	-	-	-
7	50	34	35.05	10	10.0	3	40.0	*11.4	1.18	40	6	33.5	0.8	×	34.5	9.9	*19.1
8	50	34	35.05	25	6.0	10	40.0	*19.0	1.18	40	6	33.5	0.8	×	-	-	-
9	50	34	35.05	25	4.0	15	40.0	28.5	1.18	40	6	34.0	0.5	○	35.1	13.6	25.9
10	50	34	35.05	25	3.0	20	40.0	38.0	1.18	40	6	34.0	0.4	○	35.1	18.2	34.6
11	50	34	35.05	25	2.0	30	40.0	57.1	1.18	40	6	34.0	0.4	○	35.1	26.1	49.6
12	50	34	35.05	25	1.2	50	40.0	95.1	1.18	40	6	34.0	0.4	○	35.1	47.0	89.4
13	50	34	35.05	25	0.9	70	40.0	133.1	1.18	40	6	34.0	0.4	○	-	-	-
14	50	34	35.05	25	25.0	1	40.0	*4.5	1.18	40	6	33.6	0.9	×	34.6	7.5	*14.4
15	50	34	35.05	40	6.0	10	40.0	*19.0	1.18	40	6	33.6	0.9	×	-	-	-
16	50	34	35.05	40	4.0	15	40.0	28.5	1.18	40	6	34.0	0.5	○	35.1	13.5	25.7
17	50	34	35.05	40	3.0	20	40.0	38.0	1.18	40	6	34.0	0.45	○	35.1	18.0	34.2
18	50	34	35.05	40	2.0	30	40.0	57.1	1.18	40	6	34.0	0.45	○	35.1	27.9	53.1
19	50	34	35.05	40	1.2	50	40.0	95.1	1.18	40	6	34.0	0.45	○	35.1	48.0	91.3
20	50	34	35.05	40	0.9	70	40.0	133.1	1.18	40	6	34.0	0.45	○	-	-	-
21	50	34	35.05	40	40.0	1	40.0	*2.7	1.18	40	6	33.6	1.1	×	34.6	4.5	*8.7
22	50	34	35.05	25	6.0	10	40.0	*19.0	1.18	40	4	33.6	0.9	×	-	-	-
23	50	34	35.05	25	4.0	15	40.0	28.5	1.18	40	4	34.0	0.45	○	35.1	13.0	24.7
24	50	34	35.05	25	3.0	20	40.0	38.0	1.18	40	4	34.0	0.45	○	35.1	17.9	34.0
25	50	34	35.05	25	2.0	30	40.0	57.1	1.18	40	4	34.0	0.45	○	35.1	26.0	49.5
26	50	34	35.05	25	1.2	50	40.0	95.1	1.18	40	4	34.0	0.4	○	35.1	48.2	87.9
27	50	34	35.05	25	0.9	70	40.0	133.1	1.18	40	4	34.0	0.4	○	-	-	-
28	50	34	35.05	25	25.0	1	40.0	*4.5	1.18	40	4	33.5	1	×	34.5	7.0	*13.5
29	50	34	35.05	10	2.0	30	8.0	57.1	*0.24	40	6	34.0	0.8	×	-	-	-
30	50	34	35.05	10	2.0	30	15.0	57.1	0.44	40	6	34.0	0.3	○	35.1	26.9	51.2
31	50	34	35.05	10	2.0	30	20.0	57.1	0.59	40	6	34.0	0.3	○	35.1	26.2	49.8
32	50	34	35.05	10	2.0	30	40.0	57.1	1.18	40	6	34.0	0.3	○	35.1	26.1	49.6
33	50	34	35.05	10	2.0	30	60.0	57.1	1.76	40	6	34.0	0.25	○	35.1	26.8	51.0
34	50	34	35.05	10	2.0	30	80.0	57.1	2.35	40	6	34.0	0.2	○	-	-	-
35	50	34	35.05	10	10.0	3	80.0	*11.4	2.35	40	6	33.6	0.9	×	34.6	9.8	*18.9
36	50	34	35.05	25	2.0	30	8.0	57.1	*0.24	40	6	34.0	1	×	-	-	-
37	50	34	35.05	25	2.0	30	15.0	57.1	0.44	40	6	34.0	0.4	○	35.1	26.5	50.4
38	50	34	35.05	25	2.0	30	20.0	57.1	0.59	40	6	34.0	0.4	○	35.1	26.5	50.4
39	50	34	35.05	25	2.0	30	40.0	57.1	1.18	40	6	34.0	0.4	○	35.1	26.8	51.0
40	50	34	35.05	25	2.0	30	60.0	57.1	1.76	40	6	34.0	0.3	○	35.1	26.0	49.5
41	50	34	35.05	25	2.0	30	80.0	57.1	2.35	40	6	34.0	0.3	○	-	-	-
42	50	34	35.05	25	25.0	1	80.0	*4.5	2.35	40	6	33.5	1.1	×	34.5	6.9	*13.3
43	50	34	35.05	40	2.0	30	8.0	57.1	*0.24	40	6	34.0	1	×	-	-	-
44	50	34	35.05	40	2.0	30	15.0	57.1	0.44	40	6	34.0	0.45	○	35.1	26.0	49.5
45	50	34	35.05	40	2.0	30	20.0	57.1	0.59	40	6	34.0	0.45	○	35.1	26.1	49.6
46	50	34	35.05	40	2.0	30	40.0	57.1	1.18	40	6	34.0	0.45	○	35.1	26.6	50.6
47	50	34	35.05	40	2.0	30	80.0	57.1	1.76	40	6	34.0	0.4	○	35.1	26.7	50.8
48	50	34	35.05	40	2.0	30	80.0	57.1	2.35	40	6	34.0	0.4	○	-	-	-
49	50	34	35.05	40	40.0	1	80.0	*2.7	2.35	40	6	33.5	1	×	34.5	4.1	*7.9
50	50	34	35.05	25	2.0	30	8.0	57.1	*0.24	40	4	34.0	0.9	×	-	-	-
51	50	34	35.05	25	2.0	30	15.0	57.1	0.44	40	4	34.0	0.4	○	35.1	25.9	49.3
52	50	34	35.05	25	2.0	30	20.0	57.1	0.59	40	4	34.0	0.4	○	35.1	26.1	49.6
53	50	34	35.05	25	2.0	30	40.0	57.1	1.18	40	4	34.0	0.4	○	35.1	26.0	49.5
54	50	34	35.05	25	2.0	30	60.0	57.1	1.76	40	4	34.0	0.4	○	35.1	26.1	49.6
55	50	34	35.05	25	2.0	30	80.0	57.1	2.35	40	4	34.0	0.4	○	-	-	-
56	50	34	35.05	25	25.0	1	80.0	*4.5	2.35	40	4	33.5	1	×	34.5	6.8	*13.1

*は本発明の規定範囲外

[0051] [調査方法]

試験NO7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56では、図9に示すように、ダイス半角がR1で一定である従来のダイスを使用した。図9中におけるD3は $D3 = D2 / 0.97$ とした。

[0052] 上記試験NO以外の試験では、図5に示すように、2つの異なるダイス半角R1及びR2を有するダイスを使用した。ここで、ダイス半角 $R1 > \text{ダイス半角} R2$ とした。

[0053] 各試験NOで用いたダイスの径D1～D3、ダイス半角R1及びR2、距離LR及びベアリング長さLBを表1に示す。また、各試験NOでのダイスの寸法に基づいて、式(5

)及び(6)に示すF1及びF2を算出した。算出したF1及びF2を表1に示す。

$$F1 = LR / ((D3 - D2) / 2) \quad (5)$$

$$F2 = LB / D2 \quad (6)$$

[0054] 表1を参照して、試験NO2～5, 9～12, 16～19, 23～26, 30～34, 37～41, 44～48, 51～55で使用されたダイスは、いずれも本発明の規定範囲を満足するダイスであった。

[0055] 一方、試験NO1, 7, 8, 14, 15, 21, 22, 28, 35, 42, 49, 56で使用されたダイスは、F1値が式(2)を満足しなかった。具体的には、いずれのダイスのF1値も20未満であった。

[0056] また、試験NO29, 36, 43, 50で使用されたダイスはF2値が式(3)を満足しなかった。具体的には、F2値が0.3未満であった。素材としての金属管は炭素鋼鋼管とし、表1に示す外径DA、肉厚とし、かつ長さを500mmとした。

[0057] 各試験NOの金属管及びダイスを用いて、押出加工を実施し段付き金属管を製造した。具体的には、金属管の下端がダイス下面から330mmの距離になるまで押し出した後、金属管を押し出した方向と反対の方向に引き抜いた。

[0058] 押出加工後、段付き金属管の縮径された円筒部の外径DBをノギスを用いて測定した。さらに、段付き金属管の曲がり量を調査した。図10に示すように、段付き金属管の第2円筒部の端部を旋盤60で固定した。旋盤60により段付き金属管を周方向に1回転し、旋盤60に固定された端部から350mmの表面に設置されたダイヤルゲージ61で段付き金属管の曲がり量Sを測定した。曲がり量Sが0.5mm以内である場合、合格とし(表1中「○」で表示)、曲がり量Sが0.5mmを超えた場合、不合格とした(表1中「×」で表示)。

[0059] [調査結果]

表1を参照して、試験NO2～6, 9～13, 16～20, 23～27, 30～34, 37～41, 44～48, 51～55の段付き金属管の曲がり量Sは全て0.5mm以下であった。

[0060] 一方、試験NO1, 7, 8, 14, 15, 21, 22, 28, 35, 42, 49, 56の段付き金属管の曲がり量Sは0.5mmを超えた。これらの試験NOの段付き金属管の外径DBはダイスの径D2=34.0mmよりも小さかった。これらの試験NOで使用したダイスの距離

LRが短いために、ベアリングにおいてアンダーシュート変形が発生し、その結果曲がり量Sが0.5mmを超えたと考えられる。

[0061] 試験NO29, 36, 43, 50の段付き金属管の外径DBは34.0mmであったにもかかわらず、その曲がり量Sは0.5mmを超えた。アンダーシュート変形は発生しなかったものの、使用したダイスのベアリング長LBが短かったために、曲がりが発生したと考えられる。

[0062] なお、金属管の肉厚は曲がり量に影響しなかった。

[0063] [段付き金属管の形状の調査結果]

従来のダイスで押出加工した試験NO7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56で製造された段付き金属管の形状と、本発明の規定内であるダイスで押出加工した試験NO2～5, 9～12, 16～19, 23～26, 30～33, 37～40, 44～47, 51～54で製造された段付き金属管の形状とを比較した。外径DC、距離LEの測定結果を表1に示す。また、表1中の「式(4)」欄は、 $LE / ((DC - DB) / 2)$ の値を示す。

[0064] 一例として従来のダイスを用いた試験NO14の段付き金属管及び本発明の範囲内のダイスを用いたNO11の段付き金属管の軸方向の各位置での外径の測定結果を図11に示す。軸方向での位置は、段付き金属管のテーパ部と第2円筒部との境界を基準点(図11中の横軸「0」)として、第2円筒部方向を正方向、第1円筒部方向を負方向とした。なお、ノギスを用いて外径を測定した。図11に示すように、段付き金属管のテーパ部の形状は、試験NO14とNO11とで大きく異なった。具体的には、NO11の段付き金属管は式(4)を満たしたが、NO14の段付き金属管は満たさなかった。同様に、試験NO2～5, 9～12, 16～19, 23～26, 30～33, 37～40, 44～47, 51～54の段付き金属管は、式(4)を満たしたが、NO7, 21, 28, 35, 42, 49, 56の段付き金属管は、式(4)を満たさなかった。

[0065] 以上、本発明の実施の形態を説明したが、上述した実施の形態は本発明を実施するための例示に過ぎない。よって、本発明は上述した実施の形態に限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で上述した実施の形態を適宜変形して実施することが可能である。

産業上の利用可能性

[0066] 本発明によるダイスは、素材を縮径するための押出加工に広く利用可能であり、特に、素材としての金属管を縮径するための押出加工に利用可能である。

請求の範囲

- [1] 押出加工により金属管を縮径するための貫通孔を有するダイスであって、
前記貫通孔は、入口側から順に、ベル、アプローチ及びベアリングで連続的に形成された内面を有し、
前記ベルにおける貫通孔の径は入口側から出口側に向かって徐々に小さくなり、
前記アプローチにおける貫通孔の径は入口側で $D1$ であり、出口側で $D2$ であり、入口側から出口側に向かって徐々に小さくなり、式(1)を満たし、径が $D3 = D2 / 0.97$ である内面のダイス半角は、前記 $D3$ の内面よりも出口側にある内面のダイス半角以上であり、かつ前記 $D3$ の内面から $D2$ の内面までの軸方向の距離 LR は式(2)を満たし、
前記ベアリングにおける貫通孔の径は $D2$ で一定であり、長さは LB であり、かつ式(3)を満たすことを特徴とするダイス。
- $$0.7 \leq D2 / D1 < 0.97 \quad (1)$$
- $$20 \leq LR / ((D3 - D2) / 2) \leq 115 \quad (2)$$
- $$0.3 \leq LB / D2 \leq 10 \quad (3)$$
- [2] 押出加工により金属管を縮径するための貫通孔を有するダイスであって、前記貫通孔は、入口側から順に、ベル、アプローチ及びベアリングで連続的に形成された内面を有し、前記ベルにおける貫通孔の径は入口側から出口側に向かって徐々に小さくなり、前記アプローチにおける貫通孔の径は入口側で $D1$ であり、出口側で $D2$ であり、入口側から出口側に向かって徐々に小さくなり、式(1)を満たし、径が $D3 = D2 / 0.97$ である内面のダイス半角は、前記 $D3$ の内面よりも出口側にある内面のダイス半角以上であり、かつ前記 $D3$ の内面から $D2$ の内面までの軸方向の距離 LR は式(2)を満たし、前記ベアリングにおける貫通孔の径は $D2$ で一定であり、長さは LB であり、かつ式(3)を満たすダイスに金属管を軸方向に押し込む工程と、
前記押し込んだ金属管の端部を前記ダイスの出口側から所定の距離まで押し出し、段付き金属管にする工程と、
押し出しを止め、押し出した方向と反対の方向へ前記段付き金属管を抜き取る工程とを備えたことを特徴とする段付き金属管の製造方法。

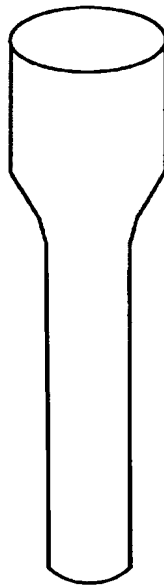
$$0.7 \leq D2/D1 < 0.97 \quad (1)$$

$$20 \leq LR / ((D3 - D2) / 2) \leq 115 \quad (2)$$

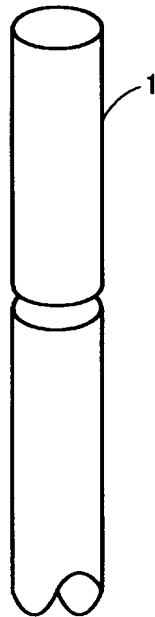
$$0.3 \leq LB / D2 \leq 10 \quad (3)$$

- [3] 請求項2に記載の段付き金属管の製造方法であって、
前記金属管をマンネスマン法により製造することを特徴とする段付き金属管の製造方法。
- [4] 第1の円筒部、テーパ部及び第2の円筒部の順に連続的に形成された金属管であって、
前記第1の円筒部の外径はDAであり、
前記第2の円筒部の外径は前記DAより小さいDBであり、
前記テーパ部の外径は、前記第1の円筒部から第2の円筒部に向かってDAからDBに徐々に小さくなり、かつ、外径が $DC = DB / 0.97$ である表面からDBである表面までの軸方向の距離LEが式(4)を満たすことを特徴とする段付き金属管。
$$20 \leq LE / ((DC - DB) / 2) \leq 115 \quad (4)$$

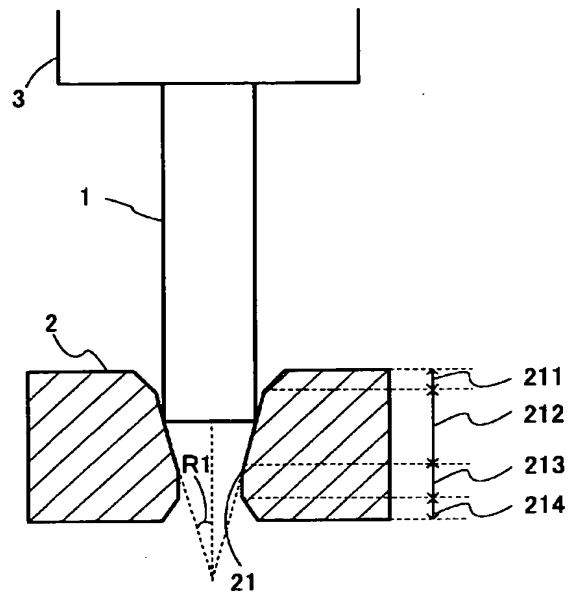
[図1]



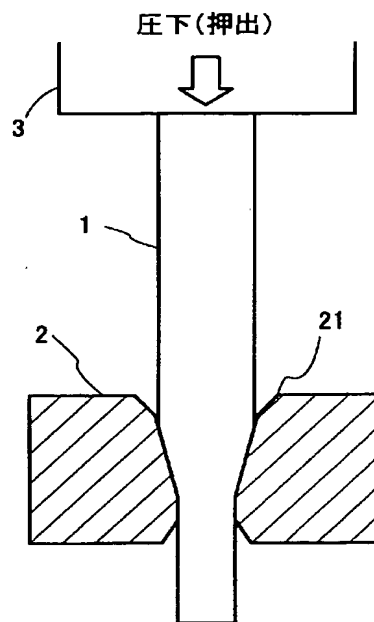
[図2A]



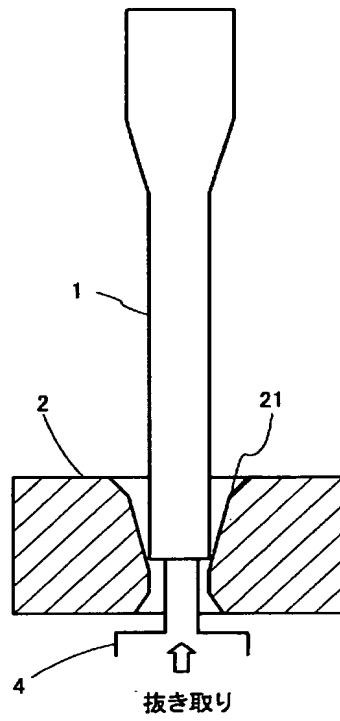
[図2B]



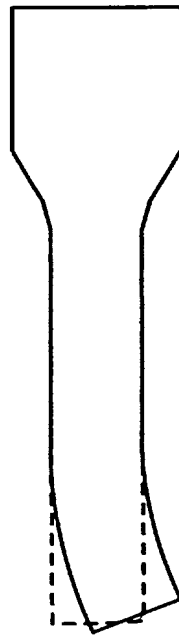
[図2C]



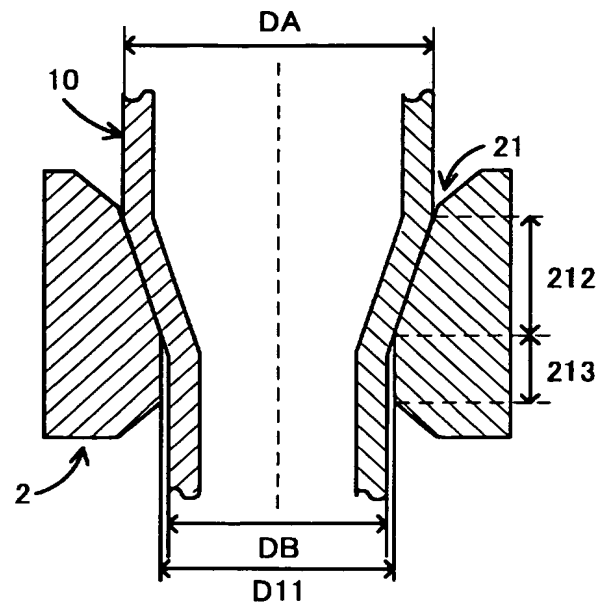
[図2D]



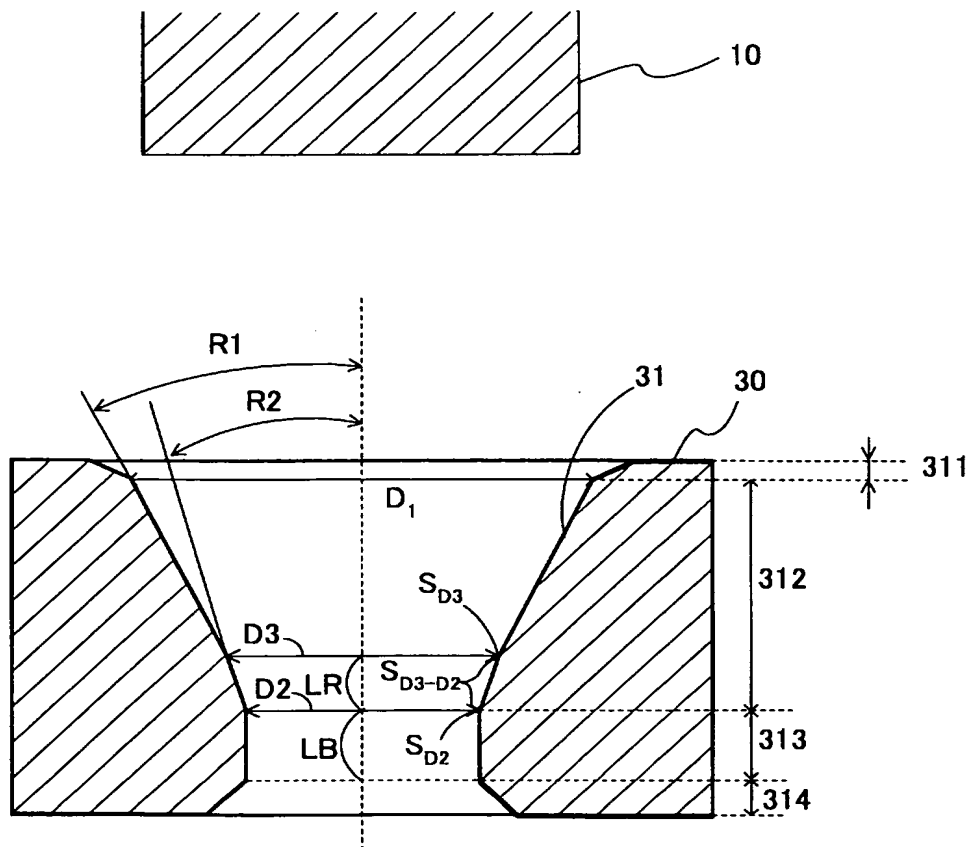
[図3]



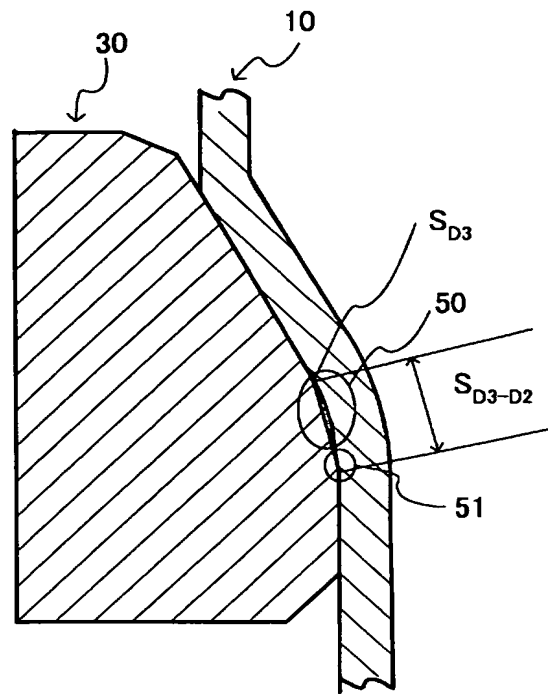
[図4]



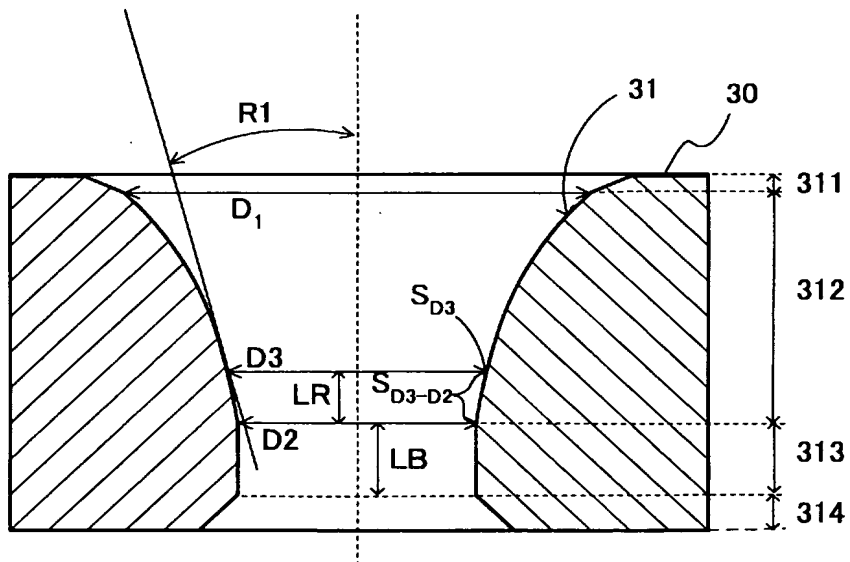
[図5]



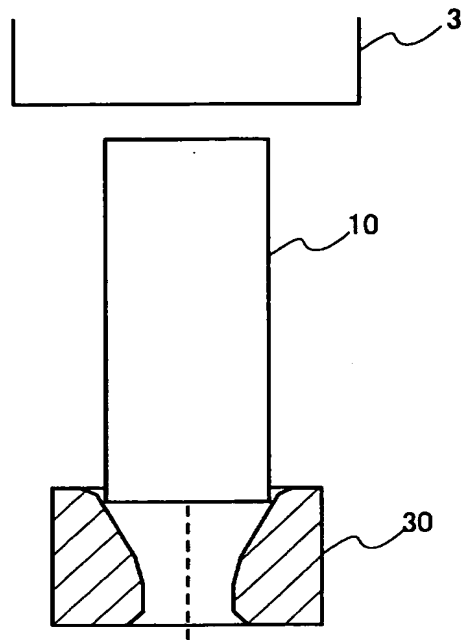
[図6]



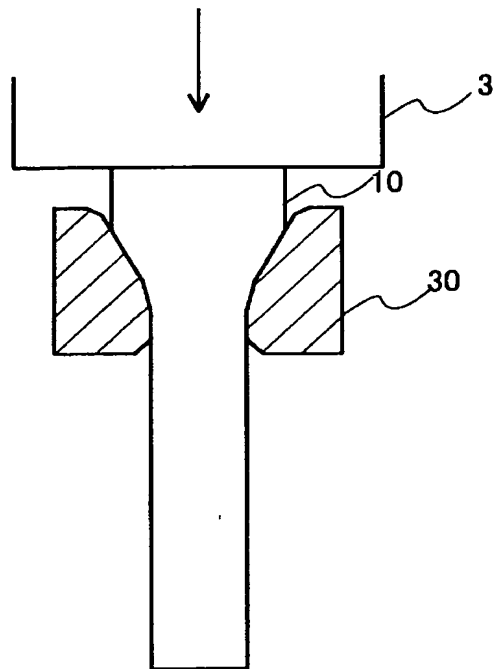
[図7]



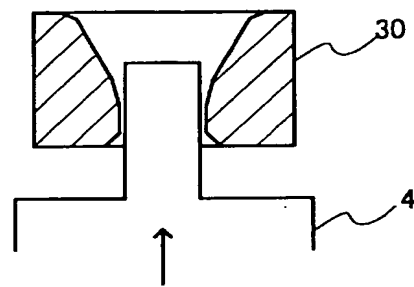
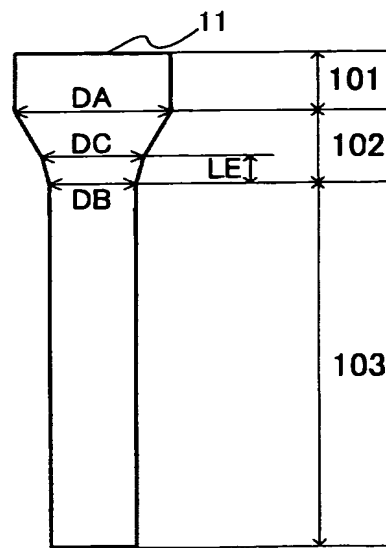
[図8A]



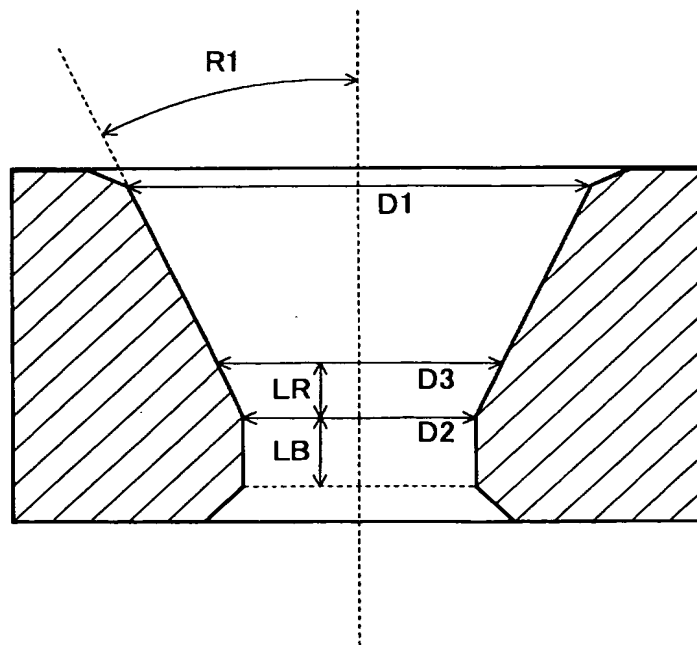
[図8B]



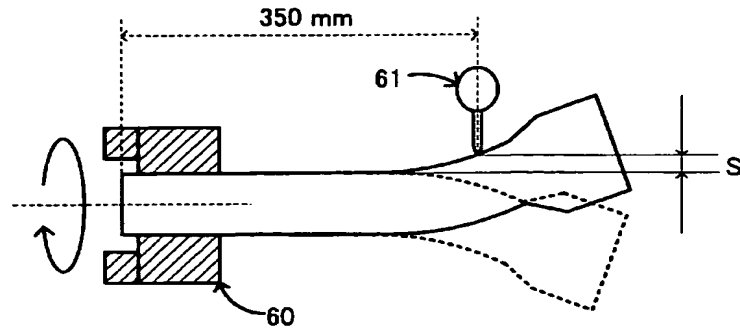
[図8C]



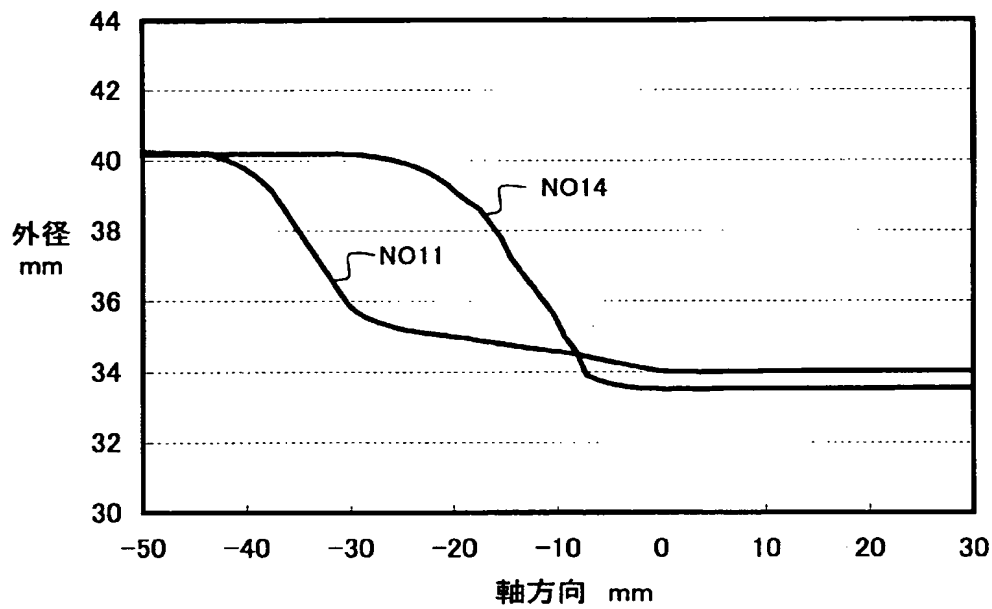
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/015739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21D41/04 (2006.01), **B21C37/18** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B21D41/04 (2006.01), **B21C37/18** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 52-35629 B2 (Kabushiki Kaisha Inoue Tekkosho), 10 September, 1977 (10.09.77), Full text (Family: none)	1-4
A	JP 10-99922 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 21 April, 1998 (21.04.98), Full text (Family: none)	1-4
A	JP 2002-11518 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 15 January, 2002 (15.01.02), Full text (Family: none)	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 November, 2005 (22.11.05)Date of mailing of the international search report
06 December, 2005 (06.12.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. **B21D41/04** (2006.01), **B21C37/18** (2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. **B21D41/04** (2006.01), **B21C37/18** (2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 52-35629 B2 (株式会社井上鉄工所) 1977.09.10, 文献全体 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 10-99922 A (日本軽金属株式会社) 1998.04.21, 文献全体 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2002-11518 A (住友金属工業株式会社) 2002.01.15, 文献全体 (ファミリーなし)	1-4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.11.2005

国際調査報告の発送日

06.12.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川村 健一

3 P

9625

電話番号 03-3581-1101 内線 3364